

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-144451
 (43) Date of publication of application : 11.06.1993

(51) Int.CI.

H01M 8/02
 H01M 8/10

(21) Application number : 03-303658

(71) Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing : 20.11.1991

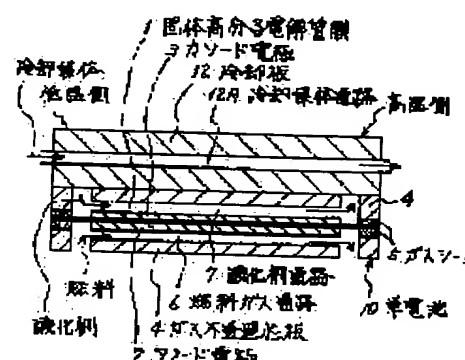
(72) Inventor : SUGIYAMA TOSHIHIRO

(54) REACTION GAS/COOLING MEDIUM FLOWING STRUCTURE OF FUEL CELL WITH SOLID HIGHPOLYMER ELECTROLYTE

(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent the drop of the power generating performance due to the sink of proton conductiveness by allowing the reaction gas to flow from that side of unitary cells, which has a low intra-plane temp. distribution to a reaction gas passage, and to be exhausted from the side with higher temp. distribution.

CONSTITUTION: Each unitary cell 10 makes power generating by allowing a fuel to flow through a reaction gas passage 6 and an oxidizing agent to flow through another reaction gas passage 7 in the directions of arrow. A plurality of refrigerant passages 12A are formed in a cooling plate 12 so that water or air flows there. The reaction gas having flowed into the passages 6, 7 from the low temp. side of this unitary cell 10 can get a function to maintain equilibrium state through the utilization of the product water from power generating released into the reaction gas because the water produced by the power generating reaction is released into the reaction gas as water vapor. This checks drying of a solid highpolymer electrolyte film 1 in the high temp. part and allows holding the film 1 in saturated water-containing state to lead to prevention of drop of the power generating performance.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the withdrawal
 examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 13.04.2000

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-144451

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 M 8/02
8/10

識別記号 R
府内整理番号 9062-4K
9062-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-303658

(22)出願日 平成3年(1991)11月20日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 杉山 智弘

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

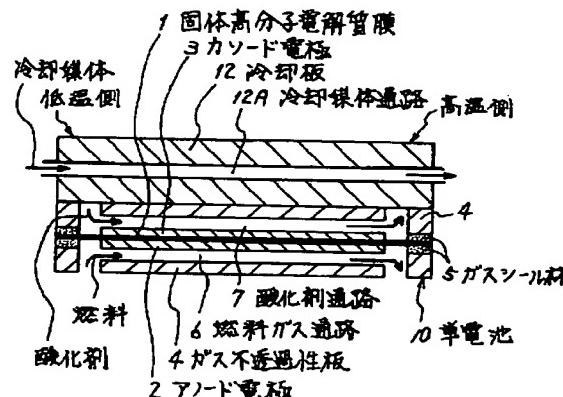
(74)代理人 弁理士 山口 嶽

(54)【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通路構造

(57)【要約】

【目的】電極触媒層の反応ガス透過性を阻害することなく、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を防止できる反応ガス・冷却媒体通路構造を得る。

【構成】反応ガス通路に流入する反応ガスとしての酸化剤および燃料の少なくとも一方のガスの通流方向が、単電池の面内温度分布の低い部分側から反応ガス通路に流入し、面内温度分布の高い部分側から排出されるよう形成されてなるものとする。また、ガス不透過性板が冷却媒体通路に対してほぼ平行に形成された反応ガス通路を備え、この反応ガス通路および冷却媒体通路に反応ガスおよび冷却媒体が同一方向に互いに並行して流れよう形成されたものとする。さらに、ガス不透過性板が冷却媒体通路にほぼ直交する方向に形成された反応ガス通路を備え、冷却媒体通路が反応ガス通路の反応ガス入口側で密に、反応ガス排出側で疎になるよう冷却板に分布して形成されたものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電解液保持層としての固体高分子電解質膜と、この固体高分子電解質膜の両面に触媒層が密着するよう配されたアノード電極およびカソード電極と、その両側に配されて反応ガス通路を形成するガス不透過性板との積層体からなる単電池が、複数層の単電池毎に冷却媒体通路を有する冷却板を配して積層されてなる燃料電池 STACKにおいて、前記反応ガス通路に流入する反応ガスとしての酸化剤および燃料の少なくとも一方のガスの通流方向が、前記単電池の面内温度分布の低い部分側から反応ガス通路に流入し、面内温度分布の高い部分側から排出されるよう形成されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通流構造。

【請求項2】ガス不透過性板が冷却媒体通路に対してほぼ平行に形成された反応ガス通路を備え、この反応ガス通路および冷却媒体通路に反応ガスおよび冷却媒体が同一方向に互いに並行して流れるよう形成されてなることを特徴とする請求項1記載の固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通流構造。

【請求項3】ガス不透過性板が冷却媒体通路にはば直交する方向に形成された反応ガス通路を備え、前記冷却媒体通路が前記反応ガス通路の反応ガス入口側で密に、反応ガス排出側で疎になるよう冷却板に分布して形成されてなることを特徴とする請求項1記載の固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通流構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、固体高分子電解質膜を電解液保持層とする固体高分子電解質型燃料電池 STACKにおいて、固体高分子電解質膜の乾燥および過度の濡れを防ぐための反応ガスと冷却媒体の通流構造に関する。

【0002】

【従来の技術】図3は固体高分子電解質型燃料電池の単電池構造を示す断面図、図4は図3におけるA-A位置の断面図、図5は固体高分子電解質型燃料電池STACKを示す側面図である。図において、単電池10は、固体高分子電解質膜1と、その両面に触媒層が密着するよう電子導電性を有する多孔質電極基材に支持されたアノード電極2およびカソード電極3と、この一対の電極の両側に配され、複数の凹溝状の燃料ガス通路6および酸化剤通路7（併せて反応ガス通路と呼ぶ）を有する一対のガス不透過性板4との積層体からなり、固体高分子電解質膜1およびガス不透過性板4の面積が一対の電極2および3より大きく形成され、固体高分子電解質膜1とガス不透過性板4との間に電極2、3を額縁状に包囲するよう介装されたガスシール材5により反応ガス通路6および7内の燃料ガスおよび酸化剤ガス（併せて反応ガスと呼ぶ）が積層面を介して外部に漏れないようガス

シールされる。また、このように構成された単電池の出力電圧は1V以下と低いので、単電池10複数層を積層して所望の出力電圧の燃料電池STACK11が形成される。さらに、燃料電池は発電中に発電電力にはば相当する熱量を発電生成熱として発生し、この生成熱により燃料電池温度が上昇するので、燃料電池STACK11には複数層の単電池ブロック毎に冷却板12を積層し、さらに両端に集電板13、絶縁板14、締付板15を配し、締め付けボルト16で積層面に所定の締め付け荷重を加えることにより燃料電池STACK11が形成される。また、STACK11の冷却板内に形成された図示しない冷却媒体通路に水、空気等の冷却媒体を通流して冷却を行うことにより、STACK11の運転温度を通常50～100°Cの温度半導電性の所定温度に保持して発電運転が行われる。

【0003】一方固体高分子電解質膜1としては、スルホン酸基を持つポリスチレン系の陽イオン交換膜をカチオン導電性膜として使用したもの、フロロカーボンスルホン酸とポリビニリデンフロライドとの混合膜、フロロカーボンマトリックスにトリフロロエチレンをグラフト化したもの、あるいはバーフロロカーボンスルホン酸膜（米国、デュポン社、商品名ナフィオン膜）などが知られており、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を持ち、飽和含水することにより常温で20Ω-cm以下の比抵抗を示し、プロトン導電性電解質として機能するとともに、燃料ガスと酸化剤ガスの混合を防ぐ隔膜としても機能する。なお、飽和含水量は温度によって可逆的に変化する。

【0004】一対の電極としてのアノード電極2およびカソード電極3は、触媒活性物質を含む触媒層を電子導電性を有する多孔質の電極基材で支持したものからなり、ガス不透過性板4に並列に複数条形成された凹溝からなる燃料ガス通路6から電極基材を透過してアノードに供給される燃料としての水素と、酸化剤通路7からカソードに供給される酸化剤としての空気中の酸素がそれぞれの触媒層で3相界面を形成し、アノード側では水素分子を水素イオンと電子に分解する電気化学反応（H₂=2H⁺+2e⁻）が、カソード側では酸素と水素イオンと電子から水を生成する電気化学反応（O₂/2+2H⁺+2e⁻=H₂O）がそれぞれ行われ、アノードからカソードに向かって外部回路を移動する電子により発電電力が負荷に供給される。

【0005】上述のように、固体高分子電解質型燃料電池では、固体高分子電解質膜を飽和含水させることにより、膜はプロトン導電性電解質として機能するものであるから、固体高分子電解質型燃料電池の発電効率を高く維持するためには固体高分子電解質膜中を飽和含水状態に維持するとともに、固体高分子電解質型燃料電池の運転温度を50～100°C程度に保持して固体高分子電解質膜の比抵抗を低く保つ必要がある。このため、各单

電池の固体高分子電解質膜はあらかじめ飽和量の水を含水させた状態でスタックの組立作業が行われる。ところが、運転温度を上記温度範囲に高めると固体高分子電解質膜中の水分が蒸発し、飽和含水状態を維持できず固体高分子電解質型燃料電池の発電効率が低下するという問題が発生する。そこで、このような事態を回避するため、反応ガス通路に供給する反応ガスに水を添加して反応ガス中の水蒸気濃度（水蒸気分圧）を高め、固体高分子電解質膜からの水分の蒸発を抑えるよう構成したもののが知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】固体高分子電解質型燃料電池において、アノード電極およびカソード電極は、電極基材層を透過した反応ガスをそれぞれの触媒層中に拡散して三相界面を形成する必要があるため、触媒層が過度に濡れることによりガス拡散性が低下しないよう配慮することが求められる。したがって、固体高分子電解質型燃料電池では、固体高分子電解質膜を飽和含水状態に維持するとともに、触媒層が過度に濡れることにより触媒層中の細孔が水により閉塞されることを防ぐという相反する課題を同時に解決することが求められる。

【0007】ところで、冷却板12に形成された冷却媒体通路に冷却媒体を通することにより規定の運転温度を保持する固体高分子電解質型燃料電池スタック11においては、冷却板の一方端から冷却媒体通路に流入した冷却媒体が燃料電池の発電生成熱を奪って冷却媒体の温度が上昇するため、冷却媒体の温度は冷却媒体通路の入口側で低く、出口側で高い温度差が発生する。その結果、冷却媒体によって冷却される各単電池10の温度も冷却媒体の温度差の影響を受けて単電池の沿面方向に温度差が発生する。すなわち、冷却媒体の入口側に位置する部分では単電池の温度が低く、冷却媒体の出口側に位置する部分では単電池の温度が高くなる。一方、固体高分子電解質膜1が飽和含水状態で保持する水の飽和水蒸気圧には温度依存性があるため、固体高分子電解質膜中の水の飽和水蒸気圧にも冷却媒体の入口側の低温部分で低く、冷却媒体の出口側の高温部分で高い面方向の分布が発生する。したがって、固体高分子電解質膜を飽和含水状態に維持するためには、反応ガス通路に通流する反応ガスの水蒸気圧と固体高分子電解質膜の飽和水蒸気圧とが互いに平衡状態を保つよう、反応ガス中の水蒸気濃度を単電池の面方向の温度分布に対応して調整することが求められる。

【0008】しかしながら、反応ガス通路6または7に反応ガスを加湿した状態で供給する従来の反応ガス通路構造では、単電池の面方向温度分布に対応して反応ガス中の水蒸気濃度を調整することは困難であり、例えば固体高分子電解質型燃料電池スタック中の複数の単電池の平均温度において、固体高分子電解質膜中の水の水蒸気圧と平衡するよう反応ガス中の水蒸気濃度が決められる

のが一般的である。したがって、冷却媒体の入口側に位置して温度の低い単電池部分では、反応ガス中の水蒸気濃度が過飽和状態となって電極触媒層が過剰に濡れ、触媒層中の細孔が水により閉塞されて三相界面への反応ガスの拡散が阻害されるという問題が生じ易くなる。一方、冷却媒体の出口側に位置して温度の高い単電池部分では、反応ガス中の水蒸気濃度が未飽和状態となって固体高分子電解質膜から水分が蒸発し易くなり、固体高分子電解質膜が乾燥して比抵抗が高くなり、プロトン導電性電解質としての機能が低下するという問題が発生し易くなる。

【0009】この発明の目的は、電極触媒層の反応ガス透過性を阻害することなく、固体高分子電解質膜中の水分の蒸発を防止できる反応ガス・冷却媒体通路構造を備えた固体高分子電解質型燃料電池を得ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明によれば、電解液保持層としての固体高分子電解質膜と、この固体高分子電解質膜の両面に触媒層が密着するよう配されたアノード電極およびカソード電極と、その両側に配されて反応ガス通路を形成するガス不透過性板との積層体からなる単電池が、複数層の単電池毎に冷却媒体通路を有する冷却板を配して積層されてなる燃料電池スタックにおいて、反応ガス通路に流入する反応ガスとしての酸化剤および燃料の少なくとも一方のガスの通流方向が、単電池の面内温度分布の低い部分側から反応ガス通路に流入し、面内温度分布の高い部分側から排出されるよう形成されてなるものとする。

【0011】また、ガス不透過性板が冷却媒体通路に対してほぼ平行に形成された反応ガス通路を備え、この反応ガス通路および冷却媒体通路に反応ガスおよび冷却媒体が同一方向に互いに並行して流れよう形成されてなるものとする。

【0012】さらに、ガス不透過性板が冷却媒体通路にほぼ直交する方向に形成された反応ガス通路を備え、冷却媒体通路が反応ガス通路の反応ガス入口側で密に、反応ガス排出側で疎になるよう冷却板に分布して形成されてなるものとする。

【0013】

【作用】燃料電池は、前述のように反応ガスとしての酸素と水素が反応して水を生成する電気化学反応により発電を行うものであり、反応ガス通路を通流する反応ガス中には反応によって生成した水が水蒸気として放出されるため、通流過程で反応ガス中の水蒸気濃度が徐々に上昇する。この発明はこの点に着目して構成したものである。すなわち、反応ガス通路に流入する反応ガスとしての酸化剤および燃料の少なくとも一方のガスの通流方向が、単電池の面内温度分布の低い部分側から反応ガス通路に流入し、面内温度分布の高い部分側から排出されるよう反応ガス通路構造を形成したことにより、各単電池

の面内温度分布の低温側では反応ガス中の水蒸気濃度が低く、高温側では発電生成水が放出された分水蒸気濃度が高くなり、飽和水蒸気圧が低温側で低く、高温側で高い固体高分子電解質膜中の水分との平衡を反応ガス中に放出される発電生成水を利用して保つことが可能になり、固体高分子電解質膜の乾燥によるプロトン導電性的低下、および触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下を併せて防止する機能が得られる。

【0014】また、ガス不透過性板が冷却媒体通路に対してほぼ平行に形成された反応ガス通路を備え、この反応ガス通路および冷却媒体通路に反応ガスおよび冷却媒体が同一方向に互いに並行して流れよう形成すれば、反応ガス通路中を通流する反応ガス中の水蒸気濃度を反応ガス通路の排出側に向けて高める条件を容易に満たすことが可能となり、反応ガス中の水蒸気濃度を単電池の面方向の温度分布に対応して調整できるので、水蒸気圧を平衡状態によりよく保持して固体高分子電解質膜の飽和含水状態を保持し、かつ触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下を防止する機能が得られる。

【0015】さらに、ガス不透過性板が冷却媒体通路にほぼ直交する方向に形成された反応ガス通路を備え、冷却媒体通路を反応ガス通路の反応ガス入口側で密に、反応ガス排出側で疎になるよう冷却板に分布して形成すれば、冷却媒体通路の配列の仕方により、単電池の面方向温度分布を発電生成水の放出による反応ガス中の水蒸気濃度の変化に対応して調整することが可能になり、水蒸気圧を平衡状態によりよく保持して固体高分子電解質膜の飽和含水状態を保持し、かつ触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下を防止する機能が得られる。

【0016】

【実施例】以下、この発明を実施例に基づいて説明する。図1はこの発明の実施例になる固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通路構造の要部を示す断面図であり、従来技術と同じ構成部分には同一参照符号を付すことにより、重複した説明を省略する。図において、単電池10は、固体高分子電解質膜1を挟んでアノード電極2およびカソード電極3が積層され、さらにその両側にはガス不透過性板4が積層され、ガス不透過性板4には互いに並列な複数の凹溝からなる反応ガス通路6および7が形成され、反応ガス通路6に燃料を、反応ガス通路7に酸化剤を図中央印で示す方向に通流することにより発電が行われる。また、複数単電池ブロック毎に積層された冷却板12には、反応ガス通路6および7に並行する形で複数の冷却媒体通路12Aが形成され、冷却媒体としての水または空気が反応ガスと同じ方向に並行して冷却媒体通路中を流れるよう構成される。

【0017】このように構成された反応ガス・冷却媒体通路構造を有する固体高分子電解質型燃料電池 STACKにおいて、冷却板の一方端から冷却媒体通路12Aに流入した冷却媒体が燃料電池の発電生成熱を奪って冷却媒

体の温度が上昇するため、冷却媒体の温度は冷却媒体通路の入口側で低く、出口側で高い温度差が発生する。その結果、冷却媒体によって冷却される各単電池10の温度も冷却媒体の温度差の影響を受けて単電池の沿面方向に温度差が発生する。すなわち、冷却媒体の入口側に位置する部分は単電池の温度が低い低温側となり、冷却媒体の排出側に位置する部分では単電池の温度が高い高温側となる。一方、固体高分子電解質膜1が飽和含水状態で保持する水の飽和水蒸気圧には温度依存性があるため、固体高分子電解質膜中の水の飽和水蒸気圧にも冷却媒体の入口側の低温側で低く、冷却媒体出口の高温側で高い面方向の分布が発生する。

【0018】一方、各単電池の低温側から反応ガス通路6および7に流入した反応ガスは、反応ガス通路を通流する過程で、発電反応によって生成した水が水蒸気として反応ガス中に放出されるため、通流過程で反応ガス中の水蒸気濃度が徐々に上昇し、面内温度分布の低温側では反応ガス中の水蒸気濃度が低く、高温側では発電生成水が放出された分水蒸気濃度が高い面内分布が発生す

る。その結果、低温側で低く、高温側で高い固体高分子電解質膜中水分の飽和蒸気圧の面内分布と、反応ガス中の水蒸気分圧の面内分布とを互いに一致させ、平衡状態を維持する機能を反応ガス中に放出される発電生成水を利用して得ることが可能になり、高温部における固体高分子電解質膜の乾燥を阻止して固体高分子電解質膜を飽和含水状態に保持し、プロトン導電性的低下に起因する発電性能の低下を防止できるとともに、低温部における触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下と、これに起因する発電性能の低下を防止することができる。

【0019】図2はこの発明の異なる実施例を示す要部の断面図であり、冷却板12に複数条互いに並列に形成された冷却媒体通路22A、22B、…22Y、22Z等22が、単電池10の反応ガス通路6または7に対して直交する方向に形成され、かつ冷却媒体通路相互の間隔が冷却媒体の入口側である22A、22B側で密に、冷却媒体の排出側である22Y、22Z側で疎になるよう分布して形成された点が前述の実施例と異なっている。このように構成された反応ガス・冷却媒体通路構造においては、冷却媒体通路の配列の仕方により単電池の面方向温度分布を、発電生成水の放出による反応ガス中の水蒸気濃度の変化に対応して調整することが可能になり、面内温度差による固体高分子電解質膜の飽和水蒸気圧の分布と、発電生成水の放出により反応ガス中に生ずる水蒸気分圧の分布とを平衡状態に保持して固体高分子電解質膜の乾燥および触媒層の過度の濡れを阻止する機能が得られる。

【0020】

【発明の効果】この発明は前述のように、反応ガス通路に流入する反応ガスとしての酸化剤および燃料の少なく

とも一方のガスの通流方向が、単電池の面内温度分布の低い部分側から反応ガス通路に流入し、面内温度分布の高い部分側から排出されるよう反応ガス通流構造を構成した。その結果、あらかじめ加湿した反応ガスを反応ガス通路に供給して触媒層の乾燥を防止する従来の反応ガス通流構造で調整が困難であった、面内温度分布に起因する固体高分子電解質膜の部分的乾燥および触媒層の過度の濡れを、冷却媒体および反応ガスの相対的通流方向を規制する簡単な構成により、反応ガス中に放出される発電生成水を利用して調整することが可能となり、例えば冷却媒体の入口側に位置する低温部でなく、冷却媒体の排出側に位置する高温側で高い固体高分子電解質膜中水分の飽和蒸気圧の面内分布と、排出側に向けて高くなる反応ガス中の水蒸気分圧の面内分布とを互いに一致させ、平衡状態を維持できるので、高温部における触媒層の乾燥を阻止して固体高分子電解質膜を飽和含水状態に保持し、プロトン導電性の低下に起因する発電性能の低下を防止できるとともに、低温部における触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下と、これに起因する発電性能の低下を防止する機能とに優れた反応ガス・冷却媒体通流構造を備えた固体高分子電解質型燃料電池を経済的に有利に提供することができる。

【0021】また、ガス不透過性板が冷却媒体通路に対してほぼ平行に形成された反応ガス通路を備え、この反応ガス通路および冷却媒体通路に反応ガスおよび冷却媒体が同一方向に互いに並行して流れよう形成すれば、反応ガス通路中を通流する反応ガス中の水蒸気濃度を反応ガス通路の排出側に向けて高める条件を容易に満たすことが可能となり、反応ガス中の水蒸気濃度を単電池の面方向の温度分布に対応して調整できるので、水蒸気圧を平衡状態によりよく保持して固体高分子電解質膜の飽和含水状態を保持し、かつ触媒層の過剰な濡れによる反応ガス拡散性能の低下を防止できる固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通流構造を提供することができる。

*

* 【0022】さらに、ガス不透過性板が冷却媒体通路にほぼ直交する方向に形成された反応ガス通路を備え、冷却媒体通路が反応ガス通路の反応ガス入口側で密に、反応ガス排出側で疎になるよう冷却板に分布して形成すれば、冷却媒体通路の配列の仕方により、単電池の面方向温度分布を発電生成水の放出による反応ガス中の水蒸気濃度の変化に対応して調整することが可能になり、面内温度差による固体高分子電解質膜の飽和水蒸気圧の分布と、発電生成水の放出により反応ガス中に生ずる水蒸気分圧の分布とをよりよく平衡状態に保持して固体高分子電解質膜の乾燥および触媒層の過度の濡れを阻止できる反応ガス・冷却媒体通流構造を備えた固体高分子電解質型燃料電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例になる固体高分子電解質型燃料電池の反応ガス・冷却媒体通流構造の要部を示す断面図

【図2】この発明の異なる実施例を示す要部の断面図

【図3】固体高分子電解質型燃料電池の単電池構造を示す断面図

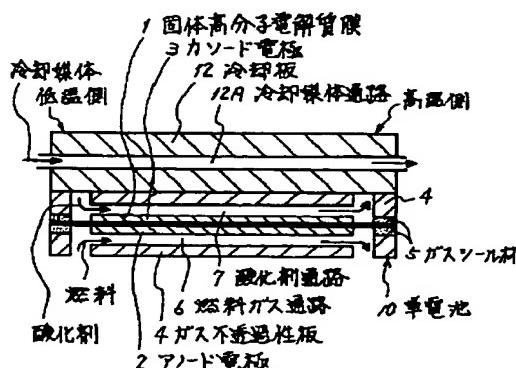
【図4】図3におけるA-A位置の断面図

【図5】固体高分子電解質型燃料電池スタックを示す側面図

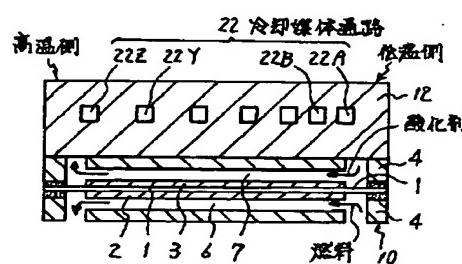
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------------|
| 1 | 固体高分子電解質膜 |
| 2 | アノード電極 |
| 3 | カソード電極 |
| 4 | ガス不透過性板 |
| 6 | 燃料ガス通路 |
| 7 | 酸化剤通路 |
| 10 | 単電池 |
| 11 | スタック |
| 12 | 冷却板 |
| 12A | 冷却媒体通路（反応ガス通路に平行） |
| 22 | 冷却媒体通路（反応ガス通路に直交） |

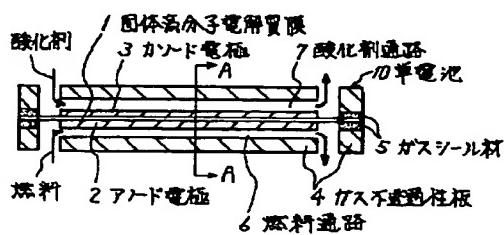
【図1】



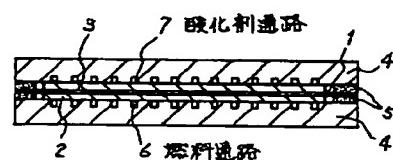
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

